

# ELECTROSTRICTION-ACTUATED MIRROR ARRAY USED IN OPTICAL PROJECTION TYPE SYSTEM

Publication number: JP7181403

Publication date: 1995-07-21

Inventor: RI SEKIGEN; KIN MEISHIN

Applicant: DAE WOO ELECTRONICS CO LTD

Classification:


- international: G02B26/08; G02B27/18; H01L41/09; H04R17/08;  
G02B26/08; G02B27/18; H01L41/09; H04R17/04;  
(IPC1-7): G02B26/08; G02B27/18

- European: G02B26/08M4P; H01L41/09

Application number: JP19940180030 19940801

Priority number(s): KR19930014909 19930731; KR19930019456 19930923

Also published as:

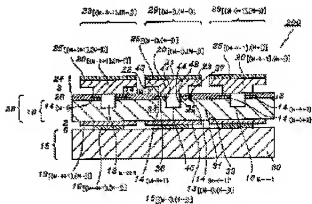
 US5585956 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP7181403

**PURPOSE:** To provide a method for manufacturing an  $M \times N$  electrostrictive actuated mirror array without using a multilayered electrostrictive ceramic structure.

**CONSTITUTION:** An actuated mirror array 200 is provided with an active substrate 15,  $M \times N$  electrostrictive actuator array 28,  $M \times N$  hinge array 8,  $M \times N$  connecting terminal array 6,  $M \times N$  mirror array 24, substrate 30,  $M \times N$  transistor array, and  $M \times N$  connecting terminal array. Each electrostrictive actuator of the  $M \times N$  electrostrictive actuator array is separated by a trench, and this is provided with a pair of second electrodes positioned on the upper and lower surfaces generating each first and second upper surfaces, and pair of insulating layers 26 including the second electrodes on each first and second upper surface. Each hinge of the  $M \times N$  hinge array is provided with a smooth upper surface and a lower surface having a projecting part 23 attached to the upper part of each actuator. Each connecting terminal of the  $M \times N$  connecting terminal array electrically connects the first electrode with the active substrate 15.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



特開平7-181403

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 7 月 21 日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	26/08	E		
	27/18	Z		

審査請求 未請求 請求項の数 17 ○ L (全 11 頁)

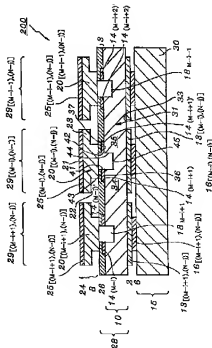
(21) 出願番号	特願平6-180030	(71) 出願人	591213405 大宇電子株式会社▲社▼ 大韓民国ソウル特別市中區南大門路 5 街 541 番地
(22) 出願日	平成 6 年 (1994) 8 月 1 日	(72) 発明者	李 碩 源 大韓民国ソウル特別市恩平區弘光 2 洞 252 - 49
(31) 優先権主張番号	1 9 9 3 - 1 4 9 0 9	(72) 発明者	金 明 雲 大韓民国ソウル特別市西大門區滄川洞 330
(32) 優先日	1993 年 7 月 31 日	(74) 代理人	弁理士 三好 秀和 (外 1 名)
(33) 優先権主張国	韓国 (K R)		
(31) 優先権主張番号	1 9 9 3 - 1 9 4 5 6		
(32) 優先日	1993 年 9 月 23 日		
(33) 優先権主張国	韓国 (K R)		

(54) 【発明の名称】 光投射型システムに用いられる電圧アクチュエイテッドミラーアレイ

(57) 【要約】

【目的】 多層電圧セラミック構造を用いずに、 $M \times N$  電圧アクチュエイテッドミラーアレイを製造する方法を提供すること。

【構成】 アクチュエイテッドミラーアレイ 200 は、能動基板 15 と、 $M \times N$  電圧アクチュエータアレイ 28 と、 $M \times N$  ヒンジアレイ 8 と、 $M \times N$  接続ターミナルアレイ 6 と、 $M \times N$  ミラーアレイ 24 と、基板 30 と、 $M \times N$  トランジスタアレイと  $M \times N$  接続ターミナルアレイとを備え、 $M \times N$  個の各電圧アクチュエータはトレンチにより分離されて、第 1、第 2 上部表面を各生成する上、下部表面に位置した一対の第 2 電極及び各第 1、第 2 上部表面を施し、第 2 電極を含む一対の絶縁層 26 を備え、 $M \times N$  ヒンジアレイを形成する各ヒンジは平滑な上部表面及び各アクチュエータ上部に取付けられた突起部 23 を有する下部表面と共に提供され、 $M \times N$  個の各接続ターミナルは第 1 電極と能動基板を電氣的に接続する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光投射型システム (optical projection system) に用いるための  $M \times N$  電圧アクチュエィテッドミラーアレイ (electrostrictive actuated mirror array) ( $M$  と  $N$  は整数であり、 $M$  は垂直方向と平行したアレイの列の全体数を表し、 $N$  は水平方向と平行した行の全体数を各々表す) を製造する方法であって、

(a) 電圧物質からなる、上部および下部表面を有するセラミックウェーハ (ceramic wafer) を製造するステップと、

(b) 前記セラミックウェーハの下部表面上に一定の間隔で配列された同一の大きさをもつ  $M \times N$  個の第1電極からなる  $M \times N$  第1電極アレイと、前記セラミックウェーハの上部表面上に一定の間隔で配列され、同一の大きさをもつ  $2 \times (M+1)$  個の第2電極からなる  $2 \times (M+1)$  第2電極セットを形成するステップであって、前記各々の  $2 \times (M+1)$  個の第2電極は互いに垂直方向へ平行した一対の側面を含み、上部表面の垂直方向へ延し、前記各々の  $M \times N$  個の第1電極は上部表面へ投影されるとき、隣接した二つの第2電極を含み、第1電極の中心ラインは隣接した二つの第2電極などのあいだの中心ラインと一致し、

(c) 基板 (substrate)、 $M \times N$  トランジスタからなる  $M \times N$  トランジスタアレイおよび第1電極と各々接続する  $M \times N$  個の接続ターミナルからなる  $M \times N$  接続ターミナルアレイを含む能動基板 (active matrix) 上に前記ステップ (b) によって処理された前記セラミックウェーハを取り付けるステップと、

(d) 絶縁層でステップ (b) ないしステップ (c) によって処理された  $2 \times (M+1)$  個の第2電極を含むセラミックウェーハの上部表面を被覆するステップと、

(e)  $2 \times (M+1)$  個の第2電極を含む前記セラミックウェーハの上部表面を被覆する絶縁層の上部にフォトレジティブネックセグメント (photoresistive neck segment) を提供するステップであって、前記各々のフォトレジティブネックセグメントは垂直方向へ延し、下部表面上へ投影されるとき、水平方向へ隣接した二つの第1電極に各々含まれる一対の隣接する第2電極を被覆する絶縁層上に位置し、

(f) 各々の  $M$  個のトレンチは、一対の側面および下部表面を含み、二つの第2電極のあいだに位置し、その中心ラインは同一の列の第1電極の中心ラインおよび隣接した第2電極のあいだの中心ラインと一致し、第2電極と平行であり、垂直方向へ  $N-1$  個の溝をさらに含む  $M$  個のトレンチからなる  $M$  トレンチセットを形成するステップと、

(g) 前記フォトレジティブネックセグメントを除去するステップと、

(h) 前記ステップ (b)、(c)、(d)、(e)、

(f) および (g) によって処理された前記セラミック

2

ウェーハの上部表面に、トレンチによって分離される隣接した二つの第2電極を被覆する前記絶縁層上に同時に取付けられる突起部 (protrusion) を有する下部表面と上部表面が各々提供された  $M \times N$  個のヒンジからなる  $M \times N$  ヒンジアレイを配置するステップと、

(i) ミラーを各々の  $M \times N$  個のヒンジの上部表面に形成するステップと、

(j)  $M \times N$  電圧ミラーアレイを形成するために、適切な電気的な接続を具現するステップとを含むことを特徴とする光投射型システムに用いる電圧アクチュエィテッドミラーアレイ製造方法。

【請求項2】 前記  $M \times N$  個の第1電極と前記  $2 \times (M+1)$  個の第2電極は、まず電導性金属を前記セラミックウェーハの前記上部表面および下部表面にスパッタリング (sputtering) したあと、フォトリソグラフィ方法 (photolithography method) を用いて、所望の電極パターンを得る光投射型システムに用いることを特徴とする請求項1記載の電圧アクチュエィテッドミラーアレイ製造方法。

【請求項3】 前記  $M$  トレンチセットおよび各々のトレンチに形成された  $N-1$  個の溝トレンチセットは、エッチングを用いて形成される光投射型システムに用いる請求項1記載の電圧アクチュエィテッドミラーアレイの製造方法。

【請求項4】 前記ミラーは、光反射物質をスパッタリングして、各々の  $M \times N$  ヒンジの上部表面に形成される光投射型システムに用いることを特徴とする請求項1記載の電圧アクチュエィテッドミラーアレイ製造方法。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれか一つに引用された方法によって製造された  $M \times N$  個の電圧アクチュエィテッドミラーアレイを備えてなることを特徴とする光投射型システム。

【請求項6】 光投射型システムに用いるための  $M \times N$  電圧アクチュエィテッドミラーアレイ ( $M$  および  $N$  は整数であり、 $M$  は垂直方向と平行したアレイの列の全体数を表し、 $N$  は水平方向と平行した行の全体数を各々表す) であって、前記アクチュエィテッドミラーアレイは、

基板、 $M \times N$  個のトランジスタアレイおよび  $M \times N$  接続ターミナルアレイを含む能動基板と、

上部および下部表面を有する電圧部材、第1電極、互いに垂直方向へ平行である一対の側面を有する一対の第2電極および一対の絶縁層を含み、前記電圧部材の上部表面は上部表面と垂直した、一対の側面および上部表面を有するトレンチによって均等に分離され、その結果によって第1上部表面を有する第1アクチュエーティング部材と第2上部表面を有する第2アクチュエーティング部材とを生成し、前記第1電極は下部表面上に位置し、各々の第2電極は第1上部表面と第2上部表面に位置し、前記第1および第2表面の部分被覆し、前記第2電極の側

3

面のうちの一方は、前記トレンチの一方の側面と一致し、前記各々の一方の絶縁層は前記アクチュエーティング部材の第1および第2上部表面を被覆するM×N個の電圧アクチュエータからなるM×N電極アクチュエータレイと、

平滑な上部表面とM×N個の電圧アクチュエータ上に取付けられる突起部を有する下部表面を各々備えるM×N個のヒンジ(hinge)からなるM×Nヒンジアレイと、

駆動基板と各々のアクチュエータ内の第1電極を電気的に接続するの用に用いられるM×N個の接続ターミナルからなるM×N接続ターミナルアレイと、

各々のM×N個のヒンジの上部表面に各々取付けられるM×N個のミラーからなるM×Nミラーアレイを含むことを特徴とする光投射型システムに用いる電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項7】 前記第1電極および第2電極は、導電性金属からなる光投射型システムに用いられることを特徴とする請求項6記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項8】 前記各々の第1電極は、電圧部材の上部表面上に投影されるとき、一方の第2電極を備えてなることを特徴とする光投射型システムに用いられる請求項7記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項9】 前記各々の一方の第2電極は、各々第1バイアス(bias)および第2バイアス電極として各々作用する光投射型システムに用いることを特徴とする請求項8記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項10】 前記第1電極は、共通信号電極(common signal electrode)として作用する光投射型システムに用いることを特徴とする請求項8記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項11】 前記第1バイアス電極に印加された第1バイアス電圧と前記第2バイアス電極に印加された第2バイアス電圧は大きさは同一であるが、極性は反対である光投射型システムに用いることを特徴とする請求項9記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項12】 前記第1電極に印加された電圧は、その対応する画素の強さによって増加する光投射型システムに用いることを特徴とする請求項10記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項13】 前記絶縁層は、酸化物(oxide)であるかまたは窒化物(nitride)からなる光投射型システムに用いることを特徴とする請求項6記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項14】 前記M×N個のヒンジは、絶縁エッジからなる光投射型システムに用いることを特徴とする請求項6記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項15】 前記ミラーが光反射物質からなる光投射型システムに用いることを特徴とする請求項6記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

4

【請求項16】 前記各々の接続ターミナルは、前記駆動基板と前記各々の第1電極を電気的に接続するの用に用いられる光投射型システムに用いることを特徴とする請求項6記載の電圧アクチュエーティングミラーアレイ。

【請求項17】 請求項6ないし請求項16のうちのいずれか一つで引用された構造を有するM×N電圧アクチュエーティングミラーアレイを備えるなることを特徴とする光投射型システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光投射型システム(optical projection system)に関するもので、特に、電圧アクチュエーティングミラーアレイ(electrostrictive actuated mirrorarray)およびこのようなアレイを製造するの用に用いられる向上された製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の様々なビデオディスプレイシステムのうち、光投射型システムは大型画面で高画質ビデオディスプレイを提供することと知られてきた。このような光投射型システムにおいては、ランプから投射された光は、例えば、M×Nアクチュエーティングミラーアレイに均一に照明されるが、このとき、各々のミラーは各々のアクチュエータと結合されている。アクチュエータなどは印加された電界に対応して変形する圧電材料(piezoelectric)または電圧材料(electrostrictive)のようなエレクトロディスプレイ物質(electrodisplacive material)からなりうる。

【0003】各々のミラーから反射された光は、開口(aperture)に投射される。電気信号を各々のアクチュエータに印加することによって、光線が投射される各々のミラーの相対的な位置が変更され、これによって各々のミラーから反射された光の経路が変更される。各々の反射された光の経路が変更されるばあい、各々のミラーから反射されて開口を通過する光の量は変化されて、光の強さが調節される。開口を通じて光の量が調節された光は、投射レンズ(projection lens)のような適切な光学装置を通じて投射スクリーン(projection screen)へ伝送されて像(image)をディスプレイする。

【0004】図1には、“PIEZOELECTRIC ACTUATED ARRAY AND METHOD FOR THE MANUFACTURE THEREOF”という名称で共同発明者の米国特許出願第 号の明細書に開示されているM×Nアクチュエーティングミラーアレイ100の断面図が示されているが、これは駆動基板(active matrix)1と、M×Nアクチュエータアレイ4(例えば、40、40'、40'')と、これに対応するM×Nミラーアレイ7(例えば、70、70'、70'')およびM×N個の接続ターミナルアレイ9(例えば、90、90'、90'')を含み、ここでMとNは整数である。各々のアクチュエータ(例えば、40)は上部表面46、下部表面47および一方の側面48a、

48bなどを含み、一対のエレクトロディスプレシブ部材42a、42bと、一対のエレクトロディスプレシブ部材42a、42bの外側面48a、48b上に各々載置した一対の基準電極44a、44bと一対のエレクトロディスプレシブ部材42a、42bとのあいだに位置した共通信号電極43を含む二重形態構造(bimorph structure)を備える(全てのアクチュエータ(例えば、40、40'、40'')は本質的に同一であるので、次の説明などは一つのアクチュエータ40に関して記述される)。

【0005】エレクトロディスプレシブ部材42a、42bは、圧電物質(例えば、lead zirconium titanate (PZT))または電圧物質(例えば、lead magnesium niobate-lead titanate (PMN-PT))のようなエレクトロディスプレシブ物質から構成される。

【0006】アクチュエータ40の下部表面47は、能動基板1と接している。ミラー70はアクチュエータ40の上部表面46に形成される。さらに、接続ターミナル90はアクチュエータ40内の共通信号電極43と能動基板1を電気的に接続するのに用いられる。

【0007】共通信号電極43と基準電極44a、44bとのあいだに電圧が印加されれば、それらのあいだに配置されたエレクトロディスプレシブ物質は印加された電圧の極性によって所定方向に変形されるだろう。

【0008】"ACTUATOR ARRAY AND METHOD FOR THE MANUFACTURE THEREOF"という名称の共同発明である米国特許出願第 号の明細書に、前記した光放射システムに用いるためのM×N個のエレクトロディスプレシブアクチュエイトッドミラーアレイを製造する方法が開示されており、その製造方法は次のステップを含む。

【0009】(1) M個の第1電導性金属層と、M+1個のエレクトロディスプレシブ物質層を有する多層セラミック構造を形成するステップであって、前記第1電導性金属の各々の層層は二つの前記エレクトロディスプレシブ物質のあいだに位置し、(2) 多層セラミック構造を第1電導性金属層の垂直方向に切断して、複合セラミックウェーハ(composite ceramic wafer)を得るステップと、(3) 機械的な手段(例えば、ソーイング(sawing))を用いて、水平方向へ一定の間隔をおいて配列された互いに平行な多数のトレンチを提供するステップであって、各々のトレンチは隣接した二つの第1電導性金属層から同一の距離に位置し、(4) 第2電導性金属を蒸着するステップと、(5) M×N個のエレクトロディスプレシブアクチュエイトッドミラーアレイを得るために、ステップ(3)とステップ(4)から形成された複合セラミックウェーハを一定のギャップをおいて垂直方向へ切断するステップを含む。

【0010】第1および第2電導性金属は、各々の完成されたアクチュエイトッドミラーアレイで共通信号電極(例えば、43)と基準電極(例えば、44a、44

b)として用いる。

【0011】しかし、M×N個のエレクトロディスプレシブアクチュエイトッドミラーアレイを製造する前記方法などには多くの問題点があった。まず、完成されたアクチュエイトッドミラーアレイにおいて、共通信号電極43で作用する第1電導性金属は、多層セラミック構造形成に含まれた焼結工程(sintering process)のあいだに変形または曲がるおそれがあり、さらに、正確な寸法のトレンチを形成しにくいので、その結果、正確な寸法のアクチュエータの形成も行いにくくなる。前記方法における他の問題点は、第1電導性金属としては、非常に高い焼結温度(例えば、摂氏1,250°以上)で耐える白金(Pt)またはパラジウム(Pd)のような高価点を有する高価の電極物質が要求されるという点である。さらに、M×N個のエレクトロディスプレシブアクチュエイトッドミラーアレイは、機械的な手段(例えば、ソーイング)を用いて製造されるので、M×N個のエレクトロディスプレシブアクチュエイトッドミラーの製造において、所望の再生、信頼性および生産性を具現しにくく、小型化にも制限が伴う。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の主な目的は、多層セラミック構造を用いずに、M×N電圧アクチュエイトッドミラーアレイを製造する方法を提供することである(MとNは整数であり、Mはアレイの垂直方向と平行した列の全体数字を表し、Nはアレイの水平方向と平行した行の全体数字を表す)。

【0013】本発明の他の目的は、高い再生および信頼度のM×N電圧アクチュエイトッドミラーアレイを高い生産性で製造する向上された方法を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】前述した目的を達成するために、本発明の一観点によれば、M×N電圧アクチュエイトッドミラーアレイを製造する向上された方法が提供され、前記方法は次のステップを含む。

【0015】(a) 電圧物質からなる、上部表面と下部表面を有するセラミックウェーハを製造するステップと、(b) 前記セラミックウェーハの下部表面上に一定の間隔で配列された同一の大きさを有するM×N個の第1電極からなるM×N第1電極アレイと、前記セラミックウェーハの上部表面上に一定の間隔で配列された同一の大きさを有する2×(M+1)個の第2電極からなる2×(M+1)第2電極セットを形成するステップであって、各々の2×(M+1)個の第2電極は互いに垂直方向へ平行する一対の側面(side edges)を含み、上部表面の垂直方向へ延び各々のM×N個の第1電極は上部表面へ投影されるとき、隣接した二つの第2電極を含み、第1電極の中心ラインは隣接した第2電極などのあいだの中心央ラインと一致し、(c) 基板、M×N個の

7

トランジスタからなる $M \times N$ トランジスタアレイおよび第1電極と各々接続する $M \times N$ 個の接続ターミナルからなる $M \times N$ 接続ターミナルアレイを含む能動基板上に前記ステップ (b) によって処理された前記セラミックウエーハを取り付けるステップと、(d) 絶縁層でステップ (b) ないしステップ (c) によって処理された $2 \times (M+1)$ 個の第2電極を含むセラミックウエーハの上部表面を被覆するステップと、(e)  $2 \times (M+1)$ 個の第2電極を含む前記セラミックウエーハの上部表面を被覆する絶縁層の上部に、フォトリソグラフィセグメント (photoresistive necked segment) を提供するステップであって、各々のフォトリソグラフィセグメントは垂直方向へ延長し、下部表面上へ投影されるとき、水平方向へ隣接した二つの第1電極に各々含まれる一対の隣接する第2電極を被覆する絶縁層の上部に位置し、(f) 各々の $M$ 個のトレンチは、一対の側面および下部表面を含み、二つの第2電極のあいだに位置し、その中心ラインは同一の列の第1電極の中心ラインおよび隣接した第2電極のあいだの中心ラインと一致し、第2電極と平行で、垂直方向へ $N-1$ 個の溝をさらに含む $M$ 個のトレンチが各々なる $M \times N$ トレンチセグメントを形成するステップと、(g) 前記フォトリソグラフィセグメントを除去するステップと、(h) 前記ステップ (b), (c), (d), (e), (f) および (g) によって処理された前記セラミックウエーハの上部表面にトレンチによって分離される隣接した二つの第2電極を被覆する絶縁層上に同時に取り付けられる突起部を有する下部表面と上部表面が各々提供された $M \times N$ 個のヒンジからなる $M \times N$ ヒンジアレイを配置するステップと、(i) ミラーを各々の $M \times N$ 個のヒンジの上部表面に形成するステップと、(j)  $M \times N$ 電歪ミラーアレイを形成するために適切な電気的接続を具現するステップを含む。

【0016】本発明の他の観点によれば、光投射型システムに用いる新規な構造を有する $M \times N$ 電歪アクチュエテッドミラーアレイが提供され、前記アクチュエテッドミラーアレイは次の事項を含む。

【0017】基板、 $M \times N$ トランジスタアレイおよび $M \times N$ 個の接続ターミナルアレイを含む能動基板と、上部および下部表面を備える電歪部材、第1電極、各々の第2電極が互いに垂直方向へ平行した一対の側面を有する一対の第2電極、一対の絶縁層を含み、前記電歪部材の上部表面は上部表面と垂直である、一対の側面および下部表面を有するトレンチによって均等に分離され、その結果によって第1上部表面を有する第1アクチュエーティング部材と第2上部表面を有する第2アクチュエーティング部材を生成し、第1電極は下部表面上に位置し、各々の第2電極は各々第1上部表面と第2上部表面上に位置し、前記第1および第2表面の部分を被覆し、または前記第2電極の側面は前記トレンチの側面と一致し、各

8

々の一対の絶縁層はアクチュエーティング部材の第1および第2上部表面を被覆する $M \times N$ 個の電歪アクチュエータからなる $M \times N$ 電歪アクチュエータアレイと、平滑な上部表面と $M \times N$ 個の電歪アクチュエータ上に取り付けられる突起部を有する下部表面を各々備える $M \times N$ 個のヒンジからなる $M \times N$ ヒンジアレイと、

【0018】能動基板と、各々のアクチュエータ内の第1電極を電気的に接続するのに各々を用いられる $M \times N$ 個の接続ターミナルからなる $M \times N$ 接続ターミナルアレイと、

【0019】各々の $M \times N$ 個のヒンジの上部表面に各々取り付けられる $M \times N$ 個のミラーからなる $M \times N$ ミラーアレイを含む。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0021】本発明による $M \times N$ 電歪アクチュエテッドミラーアレイの製造工程は、図1に示された通り、上部表面11および下部表面12を有する電歪物質 (例えば、リードマグネシウムニオベート-リードチタネート (lead magnesium niobate-lead titanate) (PMN-PT)) からなるセラミックウエーハ10から始まる。一方、上部表面11および下部表面12は平滑で互いに平行である ( $M$ と $N$ は整数であり、 $M$ はアレイの垂直方向と平行した列の全体数字を表し、 $N$ はアレイの水平方向と平行した行の全体数字を表す)。

【0022】図2に示された通り、セラミックウエーハ10の下部表面12上に一定の間隔で配列された同一の大きさの $M \times N$ 個の第1電極 (例えば、 $1.3[(M-1), (N-1)]$ 、 $1.3[(M-1), (N-1)]$ 、 $1.3[(M-1), (N-1)]$ ) からなる $M \times N$ 第1電極アレイ2が形成され、上部表面11上には、一定の間隔で配列された同一の大きさの $2 \times (M+1)$ 個の第2電極 (例えば、 $1.4(0-i)$ 、 $1.4(0-i)'$ 、 $1.4(0-i+1)$ 、 $1.4(0-i+1)'$ ) からなる第2電極アレイ3が形成される。一方、 $i$ と $j$ は整数であって、各々 $M-1$ と $N-1$ より小さいか同じである。各々の $2 \times (M+1)$ 個の第2電極 (例えば、 $1.4(0-i)'$ ) は互いに垂直方向へ平行した一対の側面を有する。さらに、各々の第2電極は、セラミックウエーハ10の上部表面11を横切る方向に亘って延長し、互いに平行である。一方、各々の $M \times N$ 個の第1電極 (例えば、 $1.3[(M-1), (N-1)]$ ) は、上部表面11に投影されるとき、隣接した二つの第2電極 (例えば、 $1.4(0-i+1)$ 、 $1.4(0-i+1)'$ ) を含み、前記第1電極の垂直方向の中心ラインは、隣接した二つの第2電極のあいだの中心ラインと一致する。

【0023】 $M \times N$ 第1電極アレイ2と $2 \times (M+1)$ 第2電極セット3は、例えば、スパッタリング (sputtering) のような方法で導電性金属 (例えば、Al, Cu, Ni) で全上部表面11および下部表面12を被覆してか

9

ら、フォトリソグラフィ（photolithography）方法を用いて、必要な電極パターンを得ることによって達成される。

【0024】前記したステップによって処理されたセラミックウエハー10は、図3に示されたように、絶縁体（例えば、A12O3またはガラス（glass））または半導体（例えば、Si）からなる基板30、M×Nトランジスタアレイ（図示せず）およびM×N個の接続ターミナル（例えば、16[(M-i+1), (N-j)], 16[(M-i), (N-j)], 16[(M-i-1), (N-j)]）からなるM×N接続ターミナルアレイ6を含む能動基板15上に取付けられる。各々のM×N個の接続ターミナル（例えば、16[(M-i), (N-j)]）は電導性接着剤を用いて、各々のM×N個の第1電極（例えば、13[(M-i), (N-j)]）と電気的に接続される。

【0025】そのあと、前記したステップによって処理された2×(M+1)第2電極を含むセラミックウエハー10の上部表面11は、酸化物（oxide）または窒化物（nitride）からなる絶縁層26で施される。

【0026】次のステップにおいて、(M+1)フォトレジスティブネックセグメントのセットは、絶縁層26の上に取付けられるが、このとき、各々のフォトレジスティブネックセグメント（例えば、17(M-i+1)）は垂直方向へ延され、一对の第2電極（14(M-i), 14(M-i+1)）を塗布する絶縁層26の部分を塗布するが、各々の一对の第2電極は下部表面12へ投影されるとき、水平方向へ隣接した各々の二つの第1電極（13[(M-i+1), (N-j)], 13[(M-i), (N-j)]）と含まれる。

【0027】次のステップにおいて、(M+1)個のフォトレジスティブネックセグメントで塗布されない領域はエッチングで済まれ、よって、図3に示された通り、一定の空間の同一の大きさを有し第2電極と平行したM個のトレンチ（例えば、18M-1, 18M-i-1, 18M-i+1）からなるMトレンチセットを形成する。一方、各々のトレンチ（例えば、18M-1）の中心ラインは同一の列の第1電極（例えば、13[(M-i), (N-j)], 13[(M-i), (N-j+1)]）の中心ラインと一致し、各々のトレンチ（例えば、18M-1）は、一对の側面43, 44および下部表面45と一定の間隔で分離され、同一の大きさのN-1個の溝（例えば、19[(M-i), (N-j-1)], 19[(M-i), (N-j)], 19[(M-i), (N-j+1)]）などからなる溝セットを共に含み、これらのN-1個の溝は掘り付ける長さでトレンチ方向と垂直方向に並んでいる。

【0028】N-1個の溝は全てのM個のトレンチ上に同一の位置に位置し、各々のM個のトレンチにあるN-1個の溝は隣接したトレンチの溝などと接触しない。形成されたM個のトレンチおよびM×(N-1)個の溝の幅と深さは、各々5~15μmおよび10~20μmの範囲内にある。M個のトレンチおよびM×(N-1)個の溝が形成されれば、フォトレジスティブネックセグ

10

メント（例えば、17M-i, 17M-i+1, 17M-i+2）が除去される。

【0029】図4および図5には、前記したステップによって処理されたセラミックウエハー10の上部表面上に取付けられたM×N個のヒンジ（例えば、20[(M-i+1), (N-j)], 20[(M-i), (N-j)], 20[(M-i-1), (N-j)]）からなるM×Nヒンジアレイ8が示されているが、各々のM×N個のヒンジ（例えば、20[(M-i+1), (N-j)]）は平滑な上部表面および突起部23を有する下

部表面22を含み、突起部23の下部はトレンチ（18M-i+1）により分離される対応する二つの隣接した第2電極（例えば、14(M-i), 14(M-i)）を被覆する絶縁層26上に同時に取付けられる。ヒンジはUV光（light）に露出されるとき、凝固する絶縁エポキシからなる。図4および図5は各々、前述したステップによって処理されたセラミックウエハー10の斜視図および断面図である。

【0030】その次のステップとして、M×N個のミラー（例えば、25[(M-i+1), (N-j)], 25[(M-i), (N-j)], 25[(M-i-1), (N-j)]）からなるM×Nミラーアレイ24は、光反射特性が好適な物質（例えば、Al）からなり、スパッタリング方法のような従来の技術を用いて、各々のM×Nミラーは各々のM×N個のヒンジの上部表面21に形成される。さらに、ヒンジの上部表面にスパッタリングするあいだ、他の上部表面21に形成される。さらに、ヒンジの上部表面をスパッタリングするあいだ、他の上部表面21に形成される光反射表面からの不規則的な光反射を防ぐために、水溶性分離剤（図示せず）をスパッタリング以前に露光領域（例えば、M×N個のヒンジによって被覆されない領域）に提供する。前記分離剤はあとに除去される。その後のステップにおいて、適切な電気的接続が施され、これによって、図6および図7に示されたように、M×N電圧アクチュエイトデッドミラーアレイ200が形成される。ここで図6および図7は、この斜視図および断面図を各々示す図である。

【0031】本発明のM×N電圧アクチュエイトデッドミラーアレイ200は、能動基板15、M×N個の電圧アクチュエータ（例えば、29[(M-i+1), (N-j)], 29[(M-i), (N-j)], 29[(M-i-1), (N-j)]）からなるM×Nアクチュエータアレイ28、M×N個のヒンジ（例えば、20[(M-i+1), (N-j)], 20[(M-i), (N-j)]）からなるM×Nヒンジアレイ8およびM×N個のミラー（例えば、25[(M-i+1), (N-j)], 25[(M-i), (N-j)]）からなるM×Nミラーアレイ24を含む。一方、能動基板15は基板30、M×N個のトランジスタからなるM×Nトランジスタアレイ（図示せず）およびM×N個の接続ターミナル（例えば、16[(M-i), (N-j)], 16[(M-i+1), (N-j)], 16[(M-i-1), (N-j)]）からなるM×N接続ターミナルアレイ6を含み、各々のM×N個の電圧



## II

## 12

アクチューエータ（例えば、 $2.9[(M-i), (N-j)]$ ）は上部および下部表面32、33を含む電圧部材31、第1電極（ $1.6[(M-i), (N-j)]$ ）、互いに垂直方向へ平行した一対の側面41、42を各々有する一対の第2電極（ $1.4(M-i+1)$ 、 $1.4(M-i+1)'$ ）および一対の絶縁層26を含み、電圧部材31の上部表面32は、一対の側面43、44および下部表面45を含み、形成された上部表面の垂直方向を横切って延すトレンチ（ $1.8M-i$ ）により均一に分離され、これによって、第1上部表面36を有する第1アクチューエーティング部材34と、第2上部表面37を有する第2アクチューエーティング部材35が生成され、一方、第1電極（ $1.6[(M-i), (N-j)]$ ）は下部表面33上に位置し、各々の一対の第2電極（ $1.4(M-i+1)$ 、 $1.4(M-i+1)'$ ）は第1上部表面36および第2上部表面37に各々位置し、前記第1上部表面と第2上部表面の部分を塗布し、前記第2電極の側面はトレンチ（ $1.8M-i$ ）の側面と一致し、各々のアクチューエーティング部材の上部表面を被覆する各々の一対の絶縁層26は、各々の一対の第2電極（ $1.4(M-i+1)$ 、 $1.4(M-i+1)'$ ）を含む。各々の $M \times N$ 個のヒンジ（例えば、 $2.0[(M-i), (N-j)]$ ）は平滑な上部表面および各々の $M \times N$ 個の電圧アクチューエータ（例えば、 $2.9[(M-i), (N-j)]$ ）の上部に取付けられる突起部23を有する下部表面22と共に提供される。各々の $M \times N$ 個のミラー（ $2.5[(M-i), (N-j)]$ ）は各々の $M \times N$ 個のヒンジ（例えば、 $2.0[(M-i), (N-j)]$ ）の上部表面21に取付けられる。

【0032】このような実施例において、駆動基板15の下部表面上に取付けられたアドレスドライバ（addressable driver）（図示せず）は、所望のミラー勾配のために、各々の $M \times N$ 個のアクチューエータにある各々の $M \times N$ 個の第1電極に電圧を印加するのに用いられる。前記電圧は光投射型システムにある対応する画素の強さによって増加される。

【0033】本発明による電圧アクチューエーティングミラーアレイにおいて、各々のアクチューエータにある一対の第2電極は、印加される電圧（ $V_b$ ）の大きさが同一であり、極性が反対であるバイアス電極として作用し、第1電極は対応する画素の強さによって電圧（ $V_p$ ）が印加される共通信号電極として作用する。このようなアクチューエータにおいて、機械的な変形は、即ち、ミラー勾配度は一対の第2電極に印加されたバイアス電圧（ $+V_b$ 、 $-V_b$ ）と第1電極に印加された信号電圧（ $V_p$ ）とのあいだの差によって比例する。図8は本発明の $M \times N$ 個の電圧アクチューエーティングミラーアレイ300の断面図を示

したものである。

## 【0034】

【発明の効果】したがって、本発明によれば、多層電圧セラミック構造を用いず、 $M \times N$ 電圧アクチューエーティングミラーアレイを製造する方法を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の $M \times N$ 電圧アクチューエーティングミラーアレイを製造するのに最初に用意されるセラミックウェーハを示す斜視図である。

【図2】図1で示されたセラミックウェーハの下部及び上部表面上に第1および第2電極アレイが形成された状態を示す斜視図である。

【図3】図2で示した次の状態を示す斜視図である。

【図4】図3で示したものの次の状態を示す斜視図である。

【図5】図4で示したものの断面図である。

【図6】図4で示したものの次の状態を示す斜視図である。

【図7】図6で示したものの断面図である。

【図8】本発明の $M \times N$ 電圧および電圧アクチューエーティングミラーアレイの断面図である。

【図9】従来の $M \times N$ エレクトロディスプレイアクチューエーティングミラーアレイの断面図である。

## 【符号の説明】

6 ターミナルアレイ

10 セラミックウェーハ

11 上部表面

12 下部表面

13[M, N] 第1電極

14[M] 第2電極

15 駆動基板

16[M, N] 接続ターミナル

17[M] フォトリソグラフィセグメント

18[M] トレンチ

19[M, N] 溝

20[M, N] ヒンジ

25[M, N] ミラー

26 絶縁層

28[M, N] アクチューエータアレイ

29[M, N] 電圧アクチューエータミラー

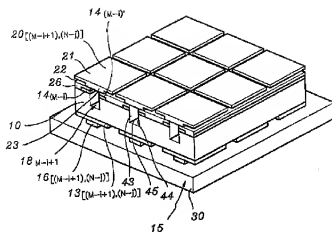
30 基板

200  $M \times N$ 電圧アクチューエーティングミラーアレイ

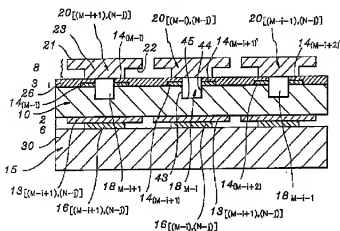
300  $M \times N$ 電圧アクチューエーティングミラーアレイ



【図4】



【図5】



【図9】

